نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص.۱۴-۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 1-14

# اثر کم‌آبیاری و تراکم یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

**علیرضا برجسته[1]، احمد نظامی[2]*، حمیدرضا خزاعی[2]، اسکندر زند[3]**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴

## چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب و تاثیر منفی کمبود آب و رقابت علف‌های هرز بر عملکرد گندم، بررسی خصوصیات گیاه گندم تحت تاثیر کمبود آب و رقابت علف هرز از اهمیت خاصی برخوردار است. آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به منظور بررسی تاثیر کم‌آبیاری (سه رژیم آبیاری مشتمل بر تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گندم به‌عنوان عامل اصلی) و تراکم علف هرز یولاف وحشی (چهار تراکم یولاف شامل تراکم صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع به‌عنوان عامل فرعی) در مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود) انجام شد. نتایج نشان داد که اثر کم‌آبیاری و افزایش تراکم یولاف بر تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و بهره‌وری آب معنی‌دار بود. کاهش میزان آب مصرفی به ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب کاهش ۳۸/۵۹ و ۱۱/۶۴ درصدی عملکرد دانه و بیولوژیک گندم در تراکم ۸۰ بوته یولاف در متر مربع را به دنبال داشت. افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم نداشت در حالی‌که افزایش تراکم به ۸۰ بوته در متر مربع در رژیم کم‌آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی موجب کاهش ۵۲/۳ و ۲۶/۲ درصدی عملکرد دانه و بیولوژیک نسبت به شاهد (۱۰۰٪ نیاز آبی) و تراکم صفر یولاف شد. تعداد سنبله در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0.97^{**}$) با عملکرد داشت. همچنین نتایج نشان داد که کم‌آبیاری به میزان تأمین ۸۰ درصد نیازآبی گندم علی‌رغم کاهش ۹ درصدی عملکرد دانه با صرفه‌جویی ۱۲ درصدی آب موجب افزایش ۴/۶ درصدی بهره‌وری آب (نسبت عملکرد دانه به آب مصرفی) نسبت به شرایط مطلوب رطوبتی شد در حالی‌که با کاهش میزان آب آبیاری به ۶۰ درصد نیاز آبی، بهره‌وری آب نسبت به شرایط مطلوب رطوبتی ۱۳/۶ درصد کاهش یافت. آزمایش حاضر نشان داد که امکان دارد کاهش میزان آب به ۸۰ درصد نیاز آبی در شرایط محدودیت منابع آبی بتواند ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب به ثبات تولید نیز در این شرایط کمک نماید.

**واژه‌های کلیدی:** ارتفاع، بهره‌وری آب، تعداد سنبله، تنش خشکی، علف هرز

## مقدمه

تنش خشکی و کم‌آبی، مهمترین عامل غیر زنده است که رشد و تولید گیاهان در جهان به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک را محدود ساخته (Reddy *et al*., 2004; Delmer, 2005; Rajala *et al*., 2009) و سبب کاهش قابل ملاحظه‌ای در تولید محصولات کشاورزی در سطح جهان می‌شود. گندم (*Triticum aestivum*) مهمترین غله‌ای است که در بخش وسیعی از اراضی زراعی دنیا کشت می‌شود. در ایران سطح قابل‌توجهی از اراضی زراعی به کشت گندم اختصاص دارد که بخش اعظمی از این اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. در این مناطق بروز تنش خشکی ناشی از کمبود آب سبب کاهش قابل‌ملاحظه عملکرد این محصولات زراعی می‌گردد (Wang *et al*., 2003). در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند (مانند ایران) استفاده از نظام‌های کم‌آبیاری با هدف افزایش کارایی مصرف آب و حصول عملکرد قابل قبول می‌تواند استراتژی مطلوبی برای دستیابی به تولید مناسب باشد. کم‌آبیاری یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب است که طی آن به گیاهان زراعی اجازه داده می‌شود تا مقداری تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل کنند (Wang *et al*., 2001). کم‌آبیاری ممکن است باعث کاهش عملکرد در واحد سطح شود، اما با افزایش بهره‌وری آب مصرفی در نهایت می‌تواند منجر به افزایش سطح زیر کشت و به حداکثر رساندن ظرفیت تولید محصولات زراعی در یک منطقه گردد. کنگ و همکاران (Kang *et al*., 2002) گزارش کردند که کاهش ۲۰ درصدی آب آبیاری در مراحل رویشی گندم بهاره سبب کاهش

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: nezami@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v17i1.57485

معنی‌دار عملکرد دانه نشد. استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای که به دلیل توزیع یکنواخت آب و راندمان بالاتر آبیاری در گیاهان زراعی مورد توجه قرار گرفته است در کنار کم‌آبیاری می‌تواند نقش موثری در کاهش آب مصرفی و افزایش بهره‌وری مصرف آب داشته باشد.

علف‌های هرز از طریق رقابت با گیاهان زراعی برای مواد غذایی، آب، نور و فضا موجب کاهش عملکرد می‌گردند. کاهش عملکرد گندم در اثر رقابت علف‌های هرز در مطالعات متعددی گزارش شده است (Pester *et al*., 2000; Eslami *et al*., 2006; Bazrafshan *et al*., 2010). یولاف وحشی به دلیل سازگاری با شرایط مختلف اکولوژیک در بیشتر استان‌های کشور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع گندم مطرح می‌باشد (Ahmadvand *et al*., 2006; Montazeri *et al*., 2005). یولاف وحشی علف‌هرزی یک‌ساله از خانواده گندمیان است که کنترل آن به‌واسطه ریزش بذر قبل از رسیدگی گیاه زراعی و همچنین قابلیت بقاء بذر در خاک به دلیل وجود دوره خواب، بسیار دشوار است. میزان خسارت به عواملی مثل زمان سبز شدن، تراکم و مدت زمان رقابت علف هرز بستگی دارد. کوزنس و همکاران (Cousens *et al*., 1991) معتقدند که افزایش تراکم ناشی از تداخل علف هرز با گیاه زراعی از طریق رقابت برای نور سبب کاهش نور موثر در فتوسنتز برای گیاه مغلوب شده و نقش سایر عوامل رشد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. میزان خسارت یولاف وحشی در مزارع گندم ایران بسته به تراکم آن بین ۱۲ تا ۳۵ درصد برآورد شده است (Salimi, 1996).

برای اتخاذ روش‌های مدیریت مناسب در مزرعه شناخت رفتار علف‌های هرز لازم می‌باشد. به دلیل اینکه هرگونه تغییر مدیریتی در سطح مزرعه ممکن است با تغییر رفتار علف‌های هرز همراه باشد، لازم است با توجه به گسترش استفاده از آبیاری قطره‌ای و همچنین مزیت کم‌آبیاری در صرفه‌جویی در مصرف آب، تغییر رفتار علف‌های هرز نیز تحت این شرایط مورد ارزیابی قرار بگیرد. با توجه به مطالب فوق این تحقیق با هدف بررسی واکنش گندم در شرایط کم‌آبیاری به تداخل علف هرز یولاف وحشی اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری و رقابت یولاف وحشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، این مطالعه در مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان ( شاهرود) به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی۱۳۹۲ – ۱۳۹۳ اجرا شد. این منطقه در سه کیلومتری شمال شاهرود با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه شرقی و ارتفاع ۱۳۶۶ متر از سطح دریا واقع است. اطلاعات مربوط به میانگین دما و میزان بارندگی منطقه مورد مطالعه در طول سال زراعی در جدول ۱ آورده شده است. عامل اصلی رژیم کم‌آبیاری مشتمل بر سه سطح آبیاری به میزان ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گندم و عامل فرعی تراکم علف‌هرز یولاف وحشی شامل چهار تراکم صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع بود. هر کرت دارای هشت ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول پنج متر بود که با احتساب تراکم ۴۰۰ بذر گندم در متر مربع به صورت دستی با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه بذر مربوطه در ۵ آذر ماه ۱۳۹۲ کشت گردید. رقم گندم مورد آزمایش، رقم الوند بود. به منظور آگاهی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش، نمونه‌گیری از خاک انجام و مشخصات خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تعیین شد (جدول ۲).

**جدول ۱- میانگین ماهانه دما و بارندگی محل اجرای آزمایش**
**Table 1- Average of temperature and precipitation at site of experiment**

| پارامترها Parameters | Month ماه | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | آبان Nov | آذر Dec | دی Jan | بهمن Feb | اسفند Mar | فروردین Apr | اردیبهشت May | خرداد Jun |
| میانگین دما Average of temperature (°C) | 11.24 | 5.1 | 1.1 | 2.8 | 8.6 | 12.6 | 20.8 | 24.2 |
| بارندگی Precipitation (mm) | 6.1 | 1.5 | 1.3 | 0.7 | 18.8 | 27.3 | 12.1 | 17.7 |

بذور یولاف وحشی از مزارع گندم اطراف شاهرود جمع‌آوری شد. به منظور اعمال تیمارهای تراکم یولاف وحشی، قبل از کشت بذر تست جوانه‌زنی بذور انجام شده و با توجه به درصد جوانه‌زنی و وزن هزار دانه یولاف وحشی، مقدار بذر مورد نیاز برای هر تراکم محاسبه گردید و همزمان با کاشت گندم با تراکم بالاتر در بین ردیف‌های کاشت به صورت دستی پخش شد و در اواسط اسفند پس از گذشت سرمای زمستانه عملیات تنک برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر صورت گرفت.

**جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش**
**Table 2- Physicochemical properties of soil at site of experiment**

| شوری خاک Soil salinity ($dS.m^{-1}$) | اسیدیته خاک pH | فسفر قابل جذب Absorbable Phosphorous (ppm) | پتاسیم قابل جذب Absorbable Potassium (ppm) | نتیروژن کل Total Nitrogen (%) | رطوبت نقطه پژمردگی Wilting point moisture (%) | رطوبت ظرفیت زراعی Field capacity moisture (%) | بافت خاک Soil texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.4 | 7.9 | 16 | 150 | 0.05 | 9 | 19.2 | Sandy loam |

برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش 2,4-D به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌زنی گندم استفاده گردید و با سرکشی مداوم سایر علف‌های هرزی سبز شده به غیر یولاف وحشی در مزرعه، به صورت دستی حذف شدند. آبیاری کرت‌ها با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) با فاصله خروجی‌های ۱۰ سانتی‌متر در وسط هر پشته صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت بذرها صورت گرفت و آبیاری بعدی تمام کرت‌ها تا زمان مرحله طویل شدن ساقه‌های گندم، بر اساس تأمین کامل نیاز آبی صورت گرفت و پس از آن با توجه به تیمار کم‌آبیاری بر اساس ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ (بدون تنش) درصد نیاز آبی گندم صورت گرفت. دور آبیاری با توجه به قابلیت نگهداری آب توسط خاک مزرعه تعیین و به صورت ثابت در نظر گرفته شد. برای اعمال تیمارهای کم‌آبیاری با استفاده از روش پنمن – مانتیس فائو (برنامه نرم‌افزاری OPTIWAT) میزان تبخیر روزانه محاسبه شد و مقدار آب مصرفی بر اساس میزان تبخیر، میزان بارندگی موثر، نوع تیمار و مساحت کرت‌ها محاسبه شد و در هر نوبت با استفاده از کنتورهای حجمی و شیرهای تعبیه شده در سیستم، آبیاری صورت گرفت. به منظور جلوگیری از تداخل اثر تیمارهای آبیاری فاصله یک و دو متری بین کرت‌های اصلی و تکرارها در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در انتهای فصل رشد، مساحتی معادل دو متر مربع از چهار خط میانی هر کرت پس از حذف اثر حاشیه به‌طور جداگانه برداشت گردید. همچنین از هر کرت یک نمونه تصادفی ۰/۲۵ متر مربعی برای تعیین تعداد سنبله در متر مربع تهیه و تعداد ۱۰ ساقه بارور از این نمونه به صورت تصادفی انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول سنبله، دانه‌ها از سنبله‌ها خارج، توزین و شمارش شدند و از تقسیم تعداد دانه بر تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و از تقسیم وزن دانه‌ها بر تعداد دانه، متوسط وزن دانه به‌دست آمد. اثر تیمارها بر تعداد پنجه نابارور نیز با شمارش تعداد پنجه نابارور در همین نمونه و تقسیم آن بر تعداد پنجه نابارور شاهد بدون تنش و رقابت (تیمار رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تراکم صفر یولاف) و تعیین نسبت پنجه نابارور صورت گرفت. شاخص بهره‌وری آب با تقسیم عملکرد دانه بر کل آب مصرفی محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از برنامه آماری SAS (Ver 9.1) صورت گرفت و به علت معنی‌دار شدن اثر متقابل رژیم آبیاری با تراکم یولاف در مورد بعضی از صفات مورد بررسی، جهت مقایسات میانگین برهمکنش اثر عوامل مورد بررسی از روش برش‌دهی اثرات متقابل (Slicing) استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گندم سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی شد و از این نظر تفاوت معنی‌داری بین رژیم آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی وجود نداشت (جدول ۴). در بررسی واکنش دو رقم گندم به شرایط تنش خشکی نیز کاهش ۵۰ درصدی میزان آب آبیاری سبب کاهش ۲۴ درصدی ارتفاع بوته گندم شد (Hossein Panahi *et al*., 2011). کاهش آب قابل دسترس گیاه از طریق اختلال در تقسیم سلولی، رشد طولی میانگره‌های ساقه و میزان تولید مواد فتوسنتزی سبب کاهش رشد و ارتفاع کمتر ساقه می‌گردد (Mirzakhani *et al*., 2015). نتایج نشان داد که افزایش تراکم یولاف به ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گندم نسبت به شاهد بدون رقابت گردید (نمودار ۱- a). افزایش تراکم یولاف به ۸۰ بوته در متر مربع اگرچه سبب کاهش ارتفاع گندم گردید اما این کاهش در مقایسه با کاهش ارتفاع گندم تحت تاثیر رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی، کمتر بود (۵ درصد در مقابل ۱۱ درصد). در بررسی دیگری نیز افزایش تراکم یولاف وحشی از صفر تا یک صد بوته در متر مربع سبب کاهش ارتفاع گندم شد، اما شدت تاثیرگذاری منفی بر ارتفاع گندم در تراکم‌های بیش از ۶۰ بوته یولاف در متر مربع بیشتر بود (Abrahimpour *et al*., 2005).

### تعداد سنبله در واحد سطح

اثر رژیم آبیاری، تراکم یولاف و برهمکنش رژیم آبیاری و تراکم یولاف بر تعداد سنبله در واحد سطح، معنی‌دار بود (جدول ۳). در رژیم

آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوتـه در متر مربع تاثیر معنی‌داری روی تعداد سنبله در واحد سطح نداشت اما با افزایش بیشتر تراکم یولاف در تمام رژیم‌های آبیاری، تعداد سـنبله در واحد سطح کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۵) به طوری که در تیمـار تأمین ۱۰۰ نیاز آبی افزایش تراکم یولاف بـه ۸۰ بوتـه در متـر مربـع سبب کاهش شش درصدی تعداد سنبله در واحد سطح در مقایسـه بـا تیمار عدم حضور یولاف وحشی شد. این کاهش در شرایط مشـابه در تیمارهای تأمین ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب منجـر بـه کـاهش ۱۳/۸ و ۹ درصدی این صفت شد (جـدول ۵). در اثـر رقابـت یـولاف وحشی تعداد زیادی از پنجه‌های گندم از ورود به مرحله زایشی و تولید دانـه بـاز مـی‌ماننـد (Balyan *et al*., 1991). قرخلـو و همکـاران (Gherekloo *et al*., 2004) کاهش تعداد پنجه‌های بارور گندم را در اثر رقابت با علف‌های هرز گزارش کردند. در تحقیقی دیگر نشان داده شد که افزایش تراکم یولاف به ۵۰ و ۷۵ بوته در متر مربع بـه‌ترتیـب باعث کاهش ۲۹/۹ و ۴۳/۳ درصدی تعداد سنبله در واحد سـطح شـد (Armin *et al*., 2007).

در واقع یولاف وحشی اثر خود را روی کاهش عملکرد گندم بیشـتر از طریق کاهش تعداد سنبله‌های بارور و تعداد بذور تشکیل شده اعمـال مـی‌کنـد (Zamani *et al*., 2005; Ahmadvand *et al*., 2006) . افزایش ۳۵، ۴۰ و ۴۶/۲ درصدی نسبت پنجه نابارور به‌ترتیـب در اثـر افزایش تراکم یولاف به ۴۰ و ۸۰ بوته در متـر مربـع (شـکل ۱–b) و کاهش میزان آب به ۶۰ درصد نیاز آبی (جدول ۴) نشان‌دهنـده نقـش تعیین‌کننده افزایش تعداد پنجه نابارور در کاهش تعداد سنبله در واحـد سطح و به تبع آن کاهش عملکرد می‌باشد. کاهش تعداد پنجـه بـارور در واحد سطح در اثر افـزایش فشـار رقـابتی علـف هـرز در مطالعـات متعددی گـزارش شـده اسـت (Huel and Hucl, 1996; Das and Yaduraju, 1999; Gherekloo *et al*., 2004). با توجه به اعمـال تیمارهای آبیاری پس از اتمام مرحله پنجه‌زنـی گنـدم، کـاهش تعـداد سنبله در واحد سطح در این تیمارها می‌تواند بـه دلیـل عـدم بـاروری سنبله تعدادی از پنجه‌های تولیدی به دلیل کاهش میزان آب آبیاری و همچنین افزایش رقابت درون و بین گونه‌ای و محدودیت فضای رشد باشد (Saadatian *et al*., 2012). راجالا و همکاران (Rajala *et al*. 2009) گـزارش کردنـد کـه وقـوع تـنش خشـکی قبـل از مرحلـه گرده‌افشانی نیز سبب کاهش اندک تعداد پنجه می‌گردد. وقـوع تـنش خشکی قبل از مرحله گلدهی از طریـق محـدودیت مـواد فتوسـنتزی سبب کاهش و توقف رشد پنجه‌های تشکیل شده و در نتیجه کـاهش تعداد پنجه‌های بارور می‌گردد.

**طول سنبله**

طول سنبله تحت تاثیر رژیم آبیاری و تراکم علف هرز قرار گرفت (جدول ۳). کاهش میزان آب آبیاری سبب کاهش طول سنبله گردیـد به طوری که کاهش میزان آب بـه ۶۰ درصـد نیـاز آبـی، کـاهش ۱۲ درصدی این صفت را نسبت به شـرایط مطلـوب رطـوبتی بـه دنبـال داشـت (جـدول ۴). امیـری و همکـاران (Amiri *et al*., 2013) در بررسی اثر تنش خشـکی آخـر فصـل روی ۸۰ رقـم گنـدم، بـه طـور میانگین کاهش ۲/۵۸ درصدی طول سنبله را گزارش کردنـد. ایشـان معتقدند که کاهش طول سنبله به این دلیل که سـنبله نزدیـک‌تـرین منبع اسیمیلات به دانه‌ها می‌باشد و برای مدت طولانی‌تر سبز هستند در کاهش عملکرد دانه نقش مهمی دارد . افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری بر طول سنبله نداشـت امـا افـزایش بیشتر تراکم یولاف باعث کاهش معنی‌دار این صفت شد به طوری که تراکم ۸۰ بوته در متر مربع یولاف، کاهش ۱۲/۸ درصدی طول سنبله را به دنبال داشت (شکل ۱– c). به نظر مـی‌رسـد کـه کـاهش طـول سنبله گندم در اثر افزایش تراکم یولاف بـه دلیـل کـاهش تخصـیص مواد فتوسنتزی به سنبله و تداخل در گرده‌افشانی ناشی از سایه‌اندازی یولاف باشد (Abrahimpour *et al*., 2005).

**تعداد دانه در سنبله**

اثر رژیم آبیاری و تراکم یولاف بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی روند تغییرات تعداد دانه در سنبله نشان داد کـه بـا کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰٪ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبـی تعـداد دانه در سنبله به‌ترتیب ۹/۸ و ۱۵/۴ درصد کاهش یافـت (جـدول ۴). محدوده زمانی پیش از گرده‌افشانی در گندم با تکامل و شـکل‌گیـری گلچه‌ها همراه است و تنش خشکی در این مرحله سبب کاهش تعـداد گلچـه بـارور در سـنبله و در نتیجـه تعـداد دانـه در سـنبله در مرحلـه گرده‌افشانی می‌گردد. کاهش تعداد دانه در سنبله در اثر تنش خشـکی می‌تواند بـه دلیـل کـاهش تعـداد دانـه در سـنبلک و تعـداد سـنبلک در سنبله باشد، زیـرا در ایـن وضـعیت در اثـر افـزایش ABA ناشـی از تـنش خشـکی، مـرگ دانـه‌هـای گـرده و گلچـه‌هـا اتفـاق افتـاده (Siani and Aspinall, 1981; Westgate *et al*., 1996) و در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌های تشکیل شده و به تبع آن در پر شدن و تشکیل دانه اختلال روی می‌دهد. در این مرحله ساقه در حال طویل شدن نیز برای جذب اسیمیلات رقابت مـی‌کنـد و سبب محدودیت منبع می‌گردد و در نتیجه تعـداد گلچـه بـارور کمتـر مـی‌گـردد (Rajala *et al*., 2009). غیلیـون و همکـاران (Ghiglione *et al*., 2008) نیز بین محتـوی کربوهیـدرات سـنبله و مرگ گلچه‌ها همبستگی گـزارش کردنـد. در مطالعـه‌ای دیگـر تـنش خشکی در مرحله پر شدن دانه کاهش ۲۲ درصدی تعداد دانـه نسـبت به شاهد بدون تنش را به دنبـال داشـت (Rajala *et al*., 2009). بـا وجود اینکه افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربـع تـاثیری بـر

این جز از عملکرد دانه نداشت اما افزایش بیشتر تراکم یولاف سبب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله نسبت به تیمار بدون رقابت (تراکم صفر یولاف) گردید (شکل ۱)، به طوری که در تراکم ۸۰ بوته یولاف در متر مربع کاهش تعداد دانه در سنبله نسبت به تیمار شاهد حدود ۲۱/۶ درصد بود. کاهش تعداد دانه در سنبله با افزایش تراکم یولاف توسط منتظری (Montazeri, 2007) نیز گزارش گردید. در اثر سایه‌اندازی ناشی از افزایش تراکم علف هرز، کارایی فتوسنتزی گندم و در نتیجه توانایی رقابت در دریافت نور، مواد غذایی و تخصیص آسیمیلات به اندام‌های زایشی کاهش یافته و باعث کاهش باروری گلچه و کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (Blakshaw *et al*., 2004; Rezvani *et al*., 2013).

## وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری و تراکم یولاف بر وزن هزار دانه گندم معنی‌دار بود (جدول ۳). کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گندم به‌ترتیب سبب کاهش ۹ و ۱۹ درصدی وزن هزار دانه نسبت به تیمار آبیاری کامل شد (جدول ۴). در بررسی سایر محققان نیز کمبود آب در مرحله پر شدن دانه (خصوصاً ۲ تا ۳ هفته پس از گلدهی)، باعث کاهش مدت دوره پرشدن دانه و کاهش وزن آن شد (Gooding *et al*., 2003; Paknejad *et al*., 2007). نتایج نشان داد که وزن هزار دانه در اثر افزایش تراکم یولاف، کاهش یافت. افزایش تراکم یولاف از صفر تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیری بر وزن هزار دانه نداشت اما افزایش بیشتر تراکم یولاف سبب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه گندم گردید به طوری که افزایش تراکم یولاف به ۸۰ بوته در متر مربع کاهش ۱۶ درصدی وزن هزار دانه گندم را به دنبال داشت (شکل ۱-d). سایه‌اندازی یولاف در مرحله پر شدن دانه، به دلیل ارتفاع بیشتر آن نسبت به گندم از طریق کاهش جذب تشعشع توسط گندم و در نتیجه کاهش فتوسنتز جاری منجر به کاهش وزن دانه می‌گردد (Anafjeh *et al*., 2008). زمانی و همکاران (Zamani *et al*., 2005) در بررسی اثر تراکم یولاف وحشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، کاهش وزن هزار دانه گندم را در اثر افزایش تراکم یولاف گزارش کردند. منتظری (Montazeri, 2007) نیز گزارش کرد که افزایش تراکم یولاف به بیش از ۳۹ بوته در متر مربع سبب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه گندم گردید.

## عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری، تراکم یولاف و برهمکنش رژیم آبیاری × تراکم یولاف بر عملکرد گندم معنی‌دار بود (جدول ۳). هرچند که در تمامی تراکم‌های یولاف کاهش میزان آب آبیاری به ۶۰ درصد نیاز آبی سبب کاهش عملکرد شد ولی این کاهش در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع یولاف، ۳۴/۲ درصد و در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، ۳۸/۶ درصد بود (شکل ۲- a). در تیمار تأمین ۱۰۰ نیاز آبی افزایش تراکم یولاف به ۸۰ بوته در متر مربع سبب کاهش ۲۲ درصدی عملکرد در مقایسه با تیمار عدم حضور یولاف شد در حالی‌که این کاهش در شرایط مشابه در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع یولاف به‌ترتیب کاهش ۵/۵ و ۱۷/۶ درصدی این صفت را در پی داشت (شکل ۲- a). افزایش تراکم یولاف سبب افزایش تراکم گیاهی در واحد سطح شده و به دلیل برتری یولاف در استفاده از منابع محیطی به ویژه نور به دلیل ساختار رشدی و نحوه توزیع برگ‌ها در کانوپی از طریق کاهش نور در دسترس باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد گندم می‌گردد (Cousens *et al*., 1991). زند و همکاران (Zand *et al*., 2005) در تحقیقی نشان دادند که رقم الوند در رقابت با یولاف وحشی آرایش کانوپی خود را به گونه‌ای تغییر داد که حداکثر سطح برگ، در ارتفاع بالاتری نسبت به ارقام غیر رقیب گندم قرار گرفت و این ویژگی مانع از غالبیت کامل کانوپی یولاف وحشی گردید. این وضعیت نشان‌دهنده رقابت‌پذیری بیشتر این رقم بوده و حساسیت کمتر این رقم به رقابت تراکم‌های پایین یولاف وحشی را توجیه می‌نماید.

سعادتیان و همکاران (Saadatian *et al*., 2012) نیز ضمن گزارش نتایج مشابه عنوان کردند که در تراکم ۸۰ بوته چاودار در متر مربع، رقم سایسون ۴۴ درصد کاهش عملکرد نشان داد در حالی که رقم الوند تنها ۲۹ درصد کاهش عملکرد داشت. در تحقیق دیگری مشخص گردید که افزایش تراکم یولاف سبب کاهش معنی‌دار عملکرد گندم گردید به‌طوری‌که تراکم‌های ۳۹/۲ و ۶۱ بوته یولاف در متر مربع به‌ترتیب کاهش ۳۵/۲ و ۴۳/۹ درصدی عملکرد گندم را به دنبال داشت (Montazeri, 2007). بررسی روند تغییرات عملکرد دانه با افزایش تراکم یولاف از ۴۰ به ۸۰ بوته در متر مربع نشان داد که افزایش تراکم یولاف در شرایط مطلوب رطوبتی بر خلاف شرایط کم‌آبیاری سبب کاهش معنی‌داری عملکرد دانه نشد (شکل ۲- b). این امر می‌تواند ناشی از کاهش توانایی رقابتی گندم در اثر تنش خشکی و به دلیل توانایی بیشتر یولاف در جذب منابع رشدی در این شرایط و در نتیجه حفظ فشار رقابتی بر گیاه زراعی باشد.

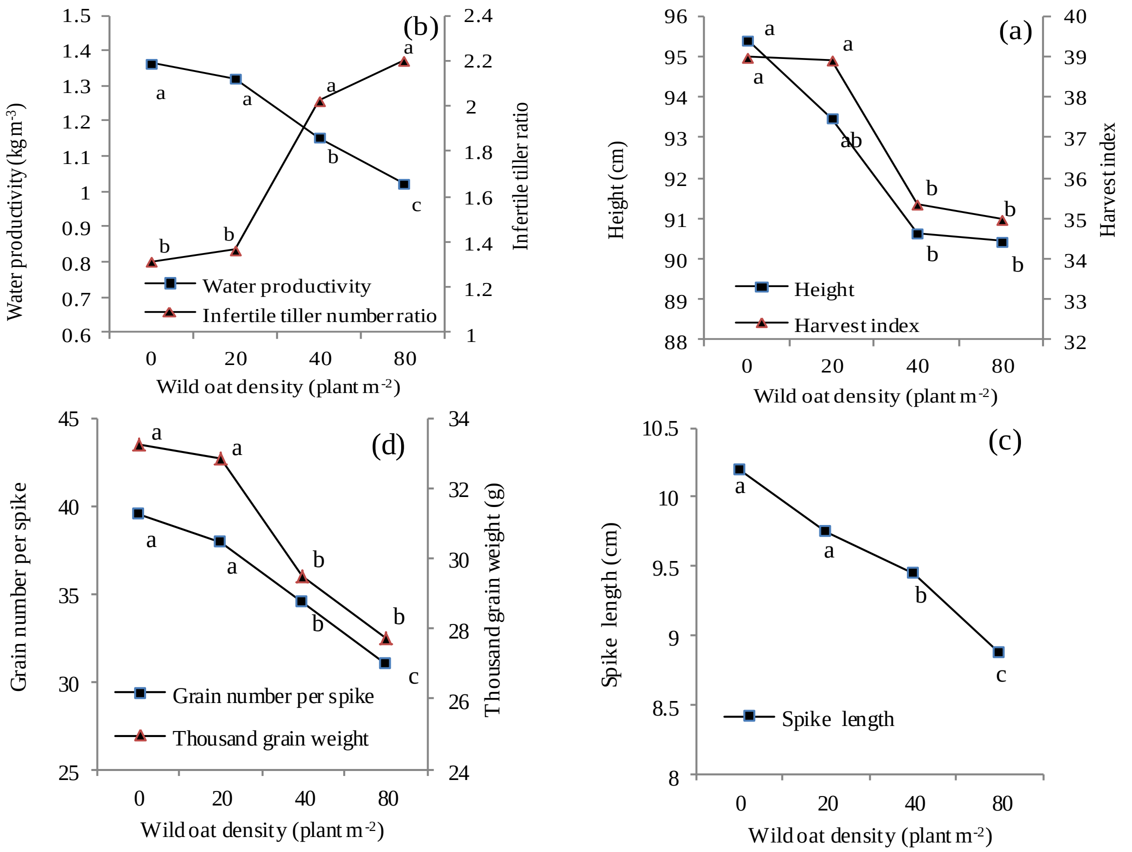
**جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات اثر رژیم آبیاری و تراکم یولاف برارتفاع، اجزای عملکرد، نسبت پنجه نابارور، عمکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و بهره‌وری آب**

**Table 3- Source of variation, degree of freedom and Mean Squares of irrigation regime and wild oat density on height, yield components, infertile tiller ratio, grain yield, biological yield, harvest index and water productivity index**

| بهره وری آب<br>Water productivity | شاخص برداشت<br>Harvest index | عملکرد بیولوژیک<br>Biological yield | عملکرد دانه<br>Grain yield | وزن هزار دانه<br>1000 grain weight | تعداد دانه در سنبله<br>Grain number per Spike | طول سنبله<br>Spike length | نسبت پنجه نابارور<br>Infertile tiller ratio | تعداد سنبله<br>Spike number | ارتفاع<br>Height | درجه آزادی<br>d.f | منابع تغییرات<br>S.0.V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0004 | 5.246 | 0.927 | 0.011 | 23.795 | 0.33 | 0.126 | 0.72 | 61.89 | 12.655 | 2 | Block(B) بلوک |
| 0.159 * | 278.284 * | 23.665 ** | 16.845 ** | 125.594 * | 111.87 ** | 4.787 * | 3.76* | 26954.44* | 421.86* | 2 | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime(I.R) |
| 0.007 | 6.487 | 0.288 | 0.121 | 6.186 | 3.787 | 0.522 | 0.186 | 570.355 | 42.712 | 4 | (B× I.R) خطای اول |
| 0.222 * | 43.242 * | 9.801 ** | 4.542 ** | 63.636 * | 130.033 ** | 2.703 * | 1.845* | 5973.364* | 51.457* | 3 | تراکم یولاف<br>Wild oat Density (W.D) |
| 0.006 ns | 10.085 ns | 1.595 ** | 0.166 * | 10.771 ns | 2.305 ns | 0.221 ns | 0.93 ns | 389.109* | 11.837 ns | 6 | رژیم آبیاری× تراکم یولاف<br>I.R × W.D |
| 0.003 | 3.946 | 0.3178 | 0.055 | 7.343 | 3.465 | 0.326 | 0.99 | 112.021 | 13.26 | 18 | (Eb) خطای دوم |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns,* and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively




**شکل ۱- تاثیر تراکم یولاف وحشی روی ارتفاع، شاخص برداشت (a) بهره‌وری آب، نسبت پنجه نابارور، (b) طول سنبله، (c) تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، (d) گندم. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.**

**Figure 1- Effect of Wild oat on height and harvest index (a) Water productivity, infertile tiller ratio, (b) Length of spike, (c) Grain number per spike and thousand grain weight, (d) of wheat. The same letter indicates no statistical difference at P= 0.05.**

افزایش نسبت بیوماس علف هرز *Echinochloa colona* به برنج (*Oryza sativa*) در شرایط تنش خشکی نیز نشان‌دهنده توانایی بیشتر این علف هرز در استفاده از منابع رشدی نسبت به برنج در این شرایط است (Chauhan and Johnson, 2010). کاهش ۱۰۰ درصدی عملکرد ذرت در رقابت با تاج خروس در شرایط محدودیت آبیاری در مقایسه با کاهش ۶۲/۵ درصدی عملکرد، ناشی از رقابت این علف هرز در شرایط آبیاری مناسب (Ruf-Pachta *et al.*, 2013) نیز نشان‌دهنده غلبه برخی علف‌های هرز در شرایط کمبود آب نسبت به شرایط عدم کمبود آب نسبت به گیاه زراعی می‌باشد.

## عملکرد بیولوژیک

اثر رژیم آبیاری و تراکم علف هرز و برهمکنش رژیم آبیاری × تراکم علف هرز بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). در تمامی تراکم‌های یولاف کاهش میزان آب آبیاری به ۶۰ درصد نیاز آبی سبب کاهش عملکرد بیولوژیک شد. این کاهش در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع یولاف، ۱۸/۷۵ درصد و در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، ۱۰/۴۲ درصد بود (شکل ۲- b). کاهش کمتر این صفت در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع ناشی از کاهش بسیار بیشتر (۱۷/۶۸ درصدی) عملکرد بیولوژیک در تیمار تأمین ۱۰۰ نیاز آبی در اثر افزایش تراکم یولاف به ۸۰ بوته در متر مربع در مقایسه با کاهش ۴/۳۶ درصدی این صفت در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع یولاف در شرایط مشابه بود (شکل ۲- b). افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک گندم در رژیم‌های آبیاری تأمین ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی نداشت در حالی‌که در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیازآبی، افزایش تراکم یولاف به ۲۰ بوته در متر مربع سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گردید.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر رژیم آبیاری

Table 4- Mean comparison of yield and yield components traits affected by deficit irrigation regimes

| تیمارهای آبیاری<br>Irrigation treatment | ارتفاع (سانتی‌متر)<br>Height (cm) | نسبت پنجه نابارور<br>Infertile tiller ratio | تعداد دانه در سنبله<br>Grain number per spike | وزن هزار دانه (گرم)<br>1000 grain weight (g) | طول سنبله (سانتی‌متر)<br>Spike length (cm) | شاخص برداشت<br>Harvest index (%) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مربع)<br>Water productivity (kg m$^{-3}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FI | 96.52 [a] | 1.26 [c] | 39.02 [a] | 34.01 [a] | 10.06 [a] | 40.48 [a] | 1.25 [b] |
| 80% FI | 95.28 [a] | 1.56 [b] | 35.18 [b] | 30.94 [b] | 9.77 [a] | 39.13 [a] | 1.31 [a] |
| 60% FI | 85.69 [b] | 2.35 [a] | 32.98 [c] | 27.54 [c] | 8.85 [b] | 31.55 [b] | 1.08 [c] |

FI: تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم، 80% FI: تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گندم، 60% FI: تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گندم. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

FI: Supply of 100% of wheat water requirement, 80%FI: Supply of 80% of wheat water requirement, 60% FI: Supply of 60% of wheat water requirement. Within each column the same letter indicates no statistical difference at P = 0.05.

جدول ۵- مقایسات میانگین تعداد سنبله در رژیم‌های آبیاری تحت تاثیر تراکم یولاف وحشی

Table 5- Mean comparison of spike number in irrigation regimes affected by Wild oat density

| صفت<br>Trait | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | تراکم یولاف وحشی Wild oat density (plants m$^{-2}$) 0 | | 20 | | 40 | | 80 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد سنبله (در متر مربع)<br>Spike number (.m$^{-2}$) | ۱۰۰ ٪ نیاز آبی<br>100% of W.R [1] | 615.41 | a | 612.07 | a | 593.89 | bc | 576.56 | c |
| | ۸۰٪ نیاز آبی<br>80% of W.R | 611.33 | ab | 576.33 | c | 543 | d | 526.67 | de |
| | تأمین ۶۰٪ نیاز آبی<br>60% of W.R | 532 | de | 517 | e | 490.33 | f | 483.33 | f |

[1] Water Requirement

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند.

Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05

این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد بیولوژیک این رقم گندم همانند ارتفاع حساسیت کمتری به تنش ملایم خشکی دارد که این امر می‌توانند ناشی از ویژگی‌های رشدی این رقم و توانایی رقابت‌پذیری بیشتر آن مرتبط دانست (Zand *et al*., 2005). در بررسی اثر تراکم یولاف بر عملکرد دو رقم گندم مشاهده شد که افزایش تراکم یولاف تا ۲۵ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری روی عملکرد بیولوژیک نداشت اما افزایش تراکم یولاف به ۵۰ و ۷۵ بوته در متر مربع به دلیل افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گردید (Armin *et al*., 2007).

### شاخص برداشت

اثر کم‌آبیاری و تراکم علف هرز بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ درصد نیاز آبی گندم سبب کاهش جزئی (۳ درصد) و غیر معنی‌دار شاخص برداشت گردید در حالی‌که با کاهش بیشتر میزان آب آبیاری (۶۰ درصد نیاز آبی) شاخص برداشت به میزان ۲۲ درصد کاهش یافت (جدول ۴). عدم کاهش معنی‌دار شاخص برداشت در رژیم آبیاری تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی را می‌توان به تاثیر مشابه این تیمار کم‌آبیاری بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم مرتبط دانست. افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری روی شاخص برداشت نداشت اما افزایش تراکم این علف هرز به ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب سبب کاهش معنی‌دار ۹/۳ و ۱۰/۲ درصدی شاخص برداشت گردید (شکل ۱- d). عطاریان و راشد محصل (Attarian and Rashed Mohasel, 2002) با بررسی اثر رقابت یولاف وحشی و سه رقم گندم زمستانه نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم یولاف وحشی، شاخص برداشت کاهش می‌یابد. سایه‌اندازی یولاف بر روی گندم از طریق کاهش فتوسنتز، تولید و تخصیص مواد لازم جهت ساخت اندام‌های زایشی و پر شدن دانه‌ها را دچار اختلال کرده و در نتیجه موجب کاهش عملکرد اقتصادی و کاهش شاخص برداشت می‌گردد.

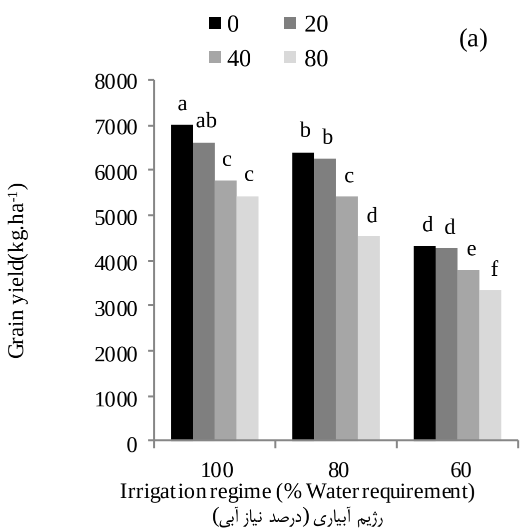
جدول ٦- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گندم

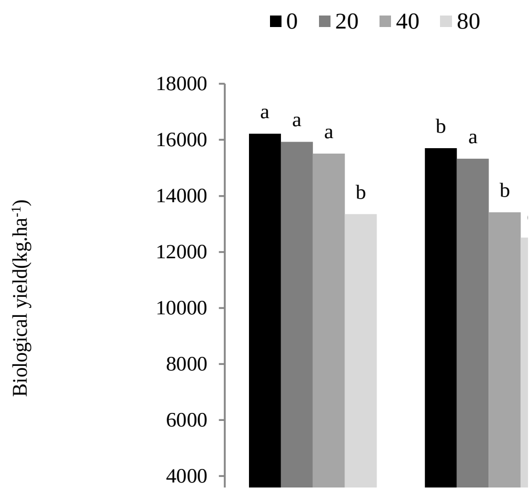
**Table 6- Correlation coefficient of measured wheat traits**

| صفات Traits | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱- ارتفاع 1. Height | 1 | | | | | | | | |
| ۲- تعداد سنبله در متر مربع 2. Spike number per square meter | 0.90 ** | 1 | | | | | | | |
| ۳- تعداد دانه در سنبله 3. Grain number per spike | 0.69 * | 0.88 ** | 1 | | | | | | |
| ۴- وزن هزار دانه 4. 1000 grain weight | 0.78 ** | 0.89 ** | 0.90 ** | 1 | | | | | |
| ۵- طول سنبله 5. Spike length | 0.85 ** | 0.87 ** | 0.89 ** | 0.86 ** | 1 | | | | |
| ۶- نسبت پنجه نابارور 6. Infertile tiller ratio | -0.88 ** | -0.96 ** | -0.91 ** | -0.91 ** | -0.89 ** | 1 | | | |
| ۷- عملکرد دانه 7. Grain yield | 0.91 ** | 0.97 ** | 0.87 ** | 0.94 ** | 0.93 ** | -0.95 ** | 1 | | |
| ۸- عملکرد بیولوژیک 8. Biological yield | 0.85 ** | 0.93 ** | 0.87 ** | 0.90 ** | 0.87 ** | -0.90 ** | 0.93 ** | 1 | |
| ۹- شاخص بهره‌وری آب 9. Water productivity index | 0.74 ** | 0.79 ** | 0.86 ** | 0.85 ** | 0.87 ** | -0.90 ** | - 0.90 ** | 0.94 ** | 1 |

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

** and * significant at 1% and 5% probability levels respectively




**شکل ۲- تاثیر تراکم یولاف وحشی بر عملکرد دانه (a) و بیولوژیک (b) گندم در رژیم‌های آبیاری**

**(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند.)**

**Figure1- Effect of drought stress on length (a) and dry weight (b) of plumule in irrigation regimes**

**(Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05)**

**بهره‌وری آب**

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری و تراکم علف هرز بر بهره‌وری آب معنی‌دار بود (جدول ۳). کاهش میزان آب مصرفی از ۱۰۰٪ نیاز آبی به ۸۰ ٪ نیاز آبی سبب افزایش معنی‌دار بهره‌وری آب گردید در حالی‌که کاهش آب مصرفی به ۶۰ ٪ نیاز آبی سبب کاهش معنی‌دار بهره‌وری آب نسبت به سایر رژیم‌های آبیاری گردید (جدول ۴). کاهش میزان مصرف آب در تیمارهای تأمین ۸۰ و ۶۰ ٪ نیاز آبی نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰ نیاز آبی به‌ترتیب ۱۲/۴ و ۲۶/۷ درصد بود در حالی‌که میزان کاهش عملکرد در این تیمارها نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰ نیاز آبی به‌ترتیب ۹ و ۳۶/۶ درصد بود. در واقع در تیمار تأمین۸۰٪ نیاز آبی کاهش عملکرد کمتر از کاهش مصرف آب بود و در نتیجه بهره‌وری آب افزایش یافت در حالی‌که در تیمار تأمین ۶۰ ٪ نیاز آبی کاهش عملکرد بیشتر از کاهش مصرف آب بود و به همین دلیل بهره‌وری آب در این تیمار کاهش یافت. بررسی روند تغییرات بهره‌وری آب با افزایش تراکم علف هرز یولاف نشان داد که با افزایش تراکم یولاف، بهره‌وری آب کاهش داشت (شکل ۱- b). افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری بر بهره‌وری آب نسبت به تیمار بدون علف هرز نداشت اما با افزایش تراکم یولاف به ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع، بهره‌وری آب به‌واسطه کاهش عملکرد ناشی از محدودیت آب قابل دسترس برای گندم (به دلیل مصرف بیشتر آب توسط یولاف) کاهش معنی‌داری نشان داد.

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه با ارتفاع، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، وزن سنبله و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶). وجود این همبستگی بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته را می‌توان به وجود ذخایر آسیمیلات در ساقه و انتقال آن به دانه‌ها در طول دوره پر شدن دانه‌ها مرتبط دانست. وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=0.97**) بین تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد، نشان‌دهنده اهمیت این عامل در تعیین میزان عملکرد می‌باشد (جدول ۶). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (Leilah and Al-Khateeb, 2005; Mohammadi, 2014).

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کم‌آبیاری سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود. کاهش مصرف آب به ۸۰ درصد نیاز آبی اگرچه با کاهش ۹ درصدی عملکرد همراه بود اما منجر به صرفه‌جویی ۱۲ درصدی آب و به تبع آن افزایش بهره‌وری آب شد و از این حیث امکان توصیه آن برای مناطقی که با کمبود آب قابل بررسی می‌باشد. به عبارت دیگر در مناطق کم‌آب، استراتژی آب کمتر- بهره‌وری بیشتر، مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت بهینه آبیاری جهت ثبات تولید و افزایش آب قابل استفاده است. افزایش تراکم یولاف تا ۲۰ بوته در متر مربع تاثیری معنی‌داری بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم نداشت اما افزایش تراکم تا ۸۰ بوته در متر مربع سبب کاهش این صفات در تمامی رژیم‌های آبیاری شد. عدم حساسیت رقم الوند گندم به رقابت یولاف در تراکم‌های کمتر به دلیل ویژگی‌های رشدی و توانایی رقابتی رقم مذکور است که مانع از غالبیت یولاف و کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک و بهره‌وری آب در این شرایط می‌شود.

## References


1. Abrahimpour Noorabady, F., Ayneband, A., Nour Mohammadi, G., Moosavinia, H. and Mesgarbashi, M. 2005. Study of some wheat ecophysiologic indices as influenced by wild oat interaction. Pajouhesh and Sazandegi 73: 117-125. (in Persian).
2. Ahmadvand, G., Naseri-Mahalati, M., and Kocheki, A. R. 2006. Effect of light competition and nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 12 (6): 100-112. (in Persian).
3. Amiri, R., Bahraminejad, S., and Jalali-Honarmand, S. 2013. Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphological traits in 80 bread wheat genotypes. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5 (10): 1145-1153.
4. Anafjeh, Z., Fathi, G., Ebrahimpour, F., Zand, E., and Chaab, A. 2008. Study on Competitiveness of Wild oat (*Avena fatua* L.) with Wheat (*Triticum aesativum* L.) Chamran Cultivar. Iranian Journal of Weed Science 8: 35-46. (in Persian with English abstract).
5. Armin, M., Noormohammadi, Gh., Zand, E., Baghestani, M. A., and Darvishi, F. 2007. Competition effect of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) on two wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes contrasting in their competitive ability. Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 9-18. (in Persian with English abstract).
6. Attarian, A. M., and Rashed Mohasel, M. H. 2002. Competitive effects of wild oat (*Avena ludoviciana*) on yield and yield components of three winter wheat varieties. Journal of Agricultural Science and Technology 2 (1): 25-32. (in Persian with English abstract).

7. Bazrafshan, F., Moosavinia, H., Moezi, A., Siadat, A., and Hamidi, R. 2010. Influence of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) different densities on yield and yield component of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Research Journal 2:15-28. (in Persian).
8. Balyan, R. S., Mlik, R. K., Panvvar, R. S., and Singh, S. 1991. Competitive ability of winter cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*). Weed Science 39: 154-158.
9. Blakshaw, R. E., Molnar, L. J., and Janzen, H. H. 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. Weed Science 52 (4): 614-622.
10. Chauhan, B. S., and Preston, D. E. 2010. Growth and reproduction of Jungle rice (*Echinochloa colona*) in response to water stress. Weed Science 58 (2): 132-135.
11. Cousens, R. D., Weaver, S. E., Martin, T. D., Blair, A. M., and Wilson, J. 1991. Dynamics of competition between wild oat (*Avena fatua*) and winter cereals. Weed Research 37 (4): 203-210.
12. Delmer, D. P. 2005. Agriculture in the developing world: connecting innovations in plant research to downstream applications. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102: 15739 -15746.
13. Das, T. K., and Yaduraju, N. T. 1999. Effect of weed competition on growth, nutrient uptake and yield of wheat as affected by irrigation and fertilizers. Journal of Agricultural Science 133 (1): 45-51.
14. Eslami, S. V., Gill, G. S., Bellotti, B., and McDonald, G. 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Science 54 (4): 749-756.
15. Fabeiro, C., Martin de Santa Olalla, F., and De Juan, J. A. 2002. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agricultural Water Management 54 (2): 93-105.
16. Gherekhloo, J., Mazaheri, D., Ghanbari, A., and Ghannadha, M. R. 2004. Mutispecies competition effects of weeds on yield and yield components of wheat. Desert 9 (2): 197-206. (in Persian with English abstract).
17. Ghiglione, H., Gonzalez, F., Serrago, R., Maldonado, S., Chilcott, C., Cura, J., Miralles, D. J., Zhu, T., and Casal, J. 2008. Autophagy regulated by day length sets the number of fertile florets in wheat. the Plant Journal 55 (6): 1010-1024.
18. Gooding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., and Schofield, J. D. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science 37 (3): 295-309.
19. Hossein Panahi, F., Kafi, M., Parsa, M., Nasiri Mahallati, M., and Banayan, M. 2011. Evaluation of yield and yield components of resistant to drought cultivars of wheat under moisture stress, using Penman-Muntis FAO model. Journal of Environmental Stress in Crop Science 5 (1): 47-63. (in Persian).
20. Huel, D. G., and Hucl, P. 1996. Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. Plant Breeding 115 (5): 325-329.
21. Kang, S., Zhang, L., Ling, Y., Hu, X., Cai, H., and Gu, B. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. Agricultural Water Management 55 (3): 203-216.
22. Leilah, A. A., and Al-Khateeb, S. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments 61 (3): 483-496.
23. Mirzakhani, M., Hemmati, Z., and Sajedi, N. A. 2015. Response of wheat physiological and agronomic traits to water Stress and zeolite Application. Iranian Journal of Field Crops Research 13 (1):173-183. (in Persian with English abstract).
24. Mohammadi, S. 2014. Evolution of grain yield and its components relationships in bread wheat genotypes under full irrigation and terminal water stress condition using multivariate statistical analysis. Iranian Journal of Field Crops Research 12 (1): 99-109. (in Persian).
25. Montazeri, M. E., Zand, E., and Baghestani. M. A. 2005. Weeds and their control in wheat fields in Iran. Advances in Agronomy 58: 57-93.
26. Montazeri, M. 2007. Influence of winter wild oat (*Avena ludoviciana*), annual canary grass (*Phalaris minor*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) at different density on yield and yield component of wheat. Pajouhesh and Sazandegi 74: 72-78. (in Persian).
27. Paknejad, F., Majidi, E., Noormohammadi, G., Seadat, A., and Vazan, S. 2007. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. Journal of Agricultural Sciences 13 (1): 137- 149. (in Persian).
28. Pester, T. A., Westra, P., Anderson, R. L., Lyon, D. L., Miller, S. D., Stahlman, P. W., Northam, F. E., and Wicks, G. A. 2000. *Secale cereale* interference and economic thresholds in winter *Triticum aestivum*. Weed Science 48 (6): 720-727.
29. Rajala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S., and Peltonen-Sainio, P. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crop Research 114 (2): 263-271.
30. Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161 (11):1189-1202.

31. Rezvani1, H., Asghari, J., Ehteshami, S. M. R., and Kamkar, B. 2013. Study the response of yield and component yield of wheat cultivars in competition with wild mustard in Gorgan Electronic Journal of Crop Production 6 (4): 187-214. (in Persian with English abstract).
32. Ruf-Pachta, E. K., Rule, D. M., and Dille, J. A. 2013. Corn and palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) interactions with nitrogen in dryland and irrigated environments. Weed Science 61 (2): 249-258.
33. Saadatian, B., Ahmadvand, G., and Soleymani, F. 2012. Study of canopy structure and growth characters role of two wheat cultivars in competition, on economic threshold and yield of rye and wild mustard. Iranian Journal of Field Crops Research 9 (3): 494-504. (in Persian).
34. Salimi, H. 1996. Biology review competition and damage rate of wild oat densities in Irrigated wheat. Twelfth congress of Iranian Plant Protection. Karaj, Iran.
35. Siani, H. S. and Aspinall, D. 1981. Effects of water deficit on sporogensis in wheat. Annuals of Botany 48 (5): 623-633.
36. Wang, H., Zhang, L., Dawes, W. R., and Liu, C. 2001. Improving water use efficiency of irrigated crops in North China plain measurements and modeling. Agricultural Water Management 48 (2): 151-167.
37. Wang, W., Vinocur, B., and Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta 218 (1):1-14.
38. Westgate, M. E., Passioura, J. B., and Munns, R. 1996. Water status and ABA content of floral organs in drought-stressed wheat. Australian Journal of Plant Physiology 23 (6): 763-772.
39. Zamani, G. R., Rahimian, H., Kafi, M., and Bagheri, A. R. 2005. Effects of salinity and wild oat (*Avena ludoviciana*) densities on yield and yield components of wheat (*Triticumm aestivum* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 11 (4): 35-45. (in Persian with English abstract).
40. Zand, E., Koochaki, A., Rahimiyan mashhadi, H., Deyhim fard, R., Soofi zade, S., and Nassiri mahalati, M. 2005. Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 2 (2): 160-174. (in Persian with English abstract).
41. Zhang, B. C., Li, F. M., Huang, G. B., Gan, Y., Liu, P. H., and Heng, Z. Y. C. 2005. Effects of regulated deficit irrigation on grain yield and water use efficiency of spring wheat in an arid environment. Canadian Journal of Plant Science 85 (4): 829-837.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 1-14

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۴-۱

# Effects of Deficit Irrigation and Wild Oat (*Avena ludoviciana*) Density on Yield and Yield Components of Wheat

**A. R. Barjasteh[1], A. Nezami[2*], H. R. Khazaei[2], E. Zand[3]**

Received: 13-07-2016
Accepted: 23-01-2017

**Introduction:** Water stress is one of the most important abiotic factors that restrict the growth and production of plants in the world, especially in arid and semi-arid regions. In Iran, a majority of wheat are located in arid and semi-arid regions. In these regions, drought stress occurs due to the lack of water which causes a considerable decrease in the yield of wheat. A suitable strategy to achieve satisfactory production in these areas is to apply deficient irrigation systems with the aim of improving water use efficiency and acceptable yield. Weed competition is another factor which decreases the wheat yield. Wild oat, due to its high compatibility and different ecological conditions, is one of the most important weed in wheat in most areas of Iran. Therefore, it is necessary to understand their behavior in the field, if we plan to apply appropriate weed management methods. Because any management change in the field may change weed behavior, and since the drip irrigation is spreading and the merits of deficit irrigation is known, it is necessary to evaluate their behavior at these conditions. Thus, the aim of this study was to study the wheat response to the interference of wild oat under deficit irrigation conditions.

**Materials and Methods:** An experiment as split plot in randomized complete block design was conducted to evaluate the effects of deficit irrigation in three levels (supply of 100, 80 and 60 percent of crop water requirement as main plot) and wild oat density in four levels (0, 20, 40 and 80 plant $m^{-2}$) on wheat yield in Shahrood agricultural research center. Wild oat seed was collected from wheat field around Shahrood and was planted with wheat. Crop water requirements calculated by Penman-Monteith equation amended by FAO. Irrigation treatments was applied at the beginning of jointing stage and continued during the growing season. At the end of experiment, two square meters of each plot harvested to measure the grain yield and biological yield. At this time 0.25 square meters of each plot harvested and yield components were measured. Data were analyzed in SAS software (version 9.1). Slicing method was used for interaction mean comparison.

**Results and Discussion:** The effects of irrigation regime and wild oat density were significant on the number of spikes, the number of grains at spike, infertile tiller ratio, spike length, plant height, biological yield, grain yield, harvest index and water productivity. Decreasing the water usage to 60% of the water requirement decreased the grain yield and biological yield of wheat by 38.59 and 11.64%, respectively at the density of 80 bushes $m^2$. Increasing the wild oat density up to 20 plants per $m^2$ had no significant effect on the grain and biological yield of wheat, while increasing it up to 80 plants in the deficient irrigation regime with 60% of water requirement, decreased the grain and biological yield of wheat to 52.3 and 26.2%, respectively, compared with the control (100% of the water requirement) and zero density of wild oat treatment. Spike numbers per unit area showed a significant and positive correlation ($r=0.97^{**}$) with yield. Moreover, the results showed that deficient irrigation regime with supplying 80% of the water requirement reduced the grain yield and water usage by 9 and 12%, respectively and it improved the water productivity by 4.6% compared with the optimum water conditions. Whereas, reducing the amount of irrigation water to 60% of the required water, decreased the water productivity by 13.6% compared with the optimum water conditions.

**Conclusions:** Results showed that the deficit irrigation decreases the yield and yield components. Reducing water usage to 80% of water requirement reduced the water usage to 12%, consequently, although the water productivity increased, the yield decreased by 9%. Thus, it could be a suitable approach for regions with low water reservoirs. In the other words, in low water regions, the best choice to manage optimum irrigation to achieve constant production and increasing usable water is “the lower water-the higher productivity” strategy.

1- PhD student of Crop physiology, Ferdowsi University of Mashhad
2- Professor of Crop physiology, Ferdowsi University of Mashhad
3- Professor of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: nezami@um.ac.ir)

Increasing wild oat density up to 20 plants $m^{-2}$ had no significant effect on the grain and biological yield of wheat. However, increasing wild oat density up to 80 plants $m^2$ decreased these properties under all irrigation regimes. The insensitivity of wheat to wild oat competition in lower densities is due to the growth characteristics and competitive ability of Alvand variety.

**Keywords:** Drought stress, Height, Number of spike, Water productivity, Weed